# METODOLOGIA PARA PREVISÃO DE ALAGAMENTOS EM ÁREAS URBANAS

Fábio Luiz MAÇÃO Campos[1]
Idelvon da Silva POUBEL[2]

## RESUMO

Muitos trabalhos na geografia física e na hidrologia já se destinaram a estudar problemas e impactos relativos a enchentes nas áreas urbanas, entretanto, muito pouco foi produzido especificamente a respeito de alagamentos. O trabalho aqui relatado propõe uma metodologia para previsão de alagamentos em áreas urbanas a partir do cruzamento de informações geográficas e dados pluviométricos. Para atingir o objetivo o seguinte procedimento foi utilizado: A partir de uma planta de escala média foi delimitada a área de contribuição (divisores de águas) e as áreas de baixada que possivelmente serão afetadas, após isso foi feito um levantamento de toda a cobertura do solo na área de contribuição e atribuídos valores para a razão escoamento/precipitação com o objetivo de identificar a proporção da lâmina d'água precipitada que contribuirá imediatamente para a concentração na área crítica, juntando a esses dados a declividade da área, a velocidade média do escoamento e calculando o tempo de concentração poderemos a partir de um modelo prever a altura da lâmina d'água e a área atingida após uma precipitação de "X mm" em "Y min" e ainda fazer a previsão da possível alteração na dinâmica dos alagamentos diante de uma nova obra, ou novo uso do solo em qualquer área pertencente à área estudada, orientando assim novas construções e obras para mitigação dos alagamentos.

## INTRODUÇÃO

O trabalho aqui descrito faz parte de uma metodologia cujo os resultados ainda não foram concluídos. Será apresentada a metodologia completa, entretanto, como o resultado desta ainda não foi alcançado, o trabalho estará parcialmente descrito.

### O local

O local utilizado para aplicação do modelo corresponde a uma área urbana do município de Cariacica, região metropolitana da Grande Vitória-ES. A referência utilizada foi o terminal rodoviário de Itacibá, um dos terminais do sistema viário de tranporte coletivo da Grande Vitória, pelo fato das proximidades deste local ocorem alagamentos constantemente, e por nos permitir uma melhor calibração do modelo proposto. As figuras 1 e 2 mostraram uma melhor visão da região estudada.

### O uso e a ocupação do solo na regiâo

A área em estudo possui a gênese de sua ocupação relacionada às dinâmicas populacionais pelas quais o estado do Espírito Santo experimentou com mais intesidade a partir de meados do século XX, mais precisamente dos anos 60 em dianate, com políticas voltadas à erradicação dos cafezais, associadas também à criação de um complexo industrial na região do entorno de Vitória, capital do estado, chamados "Grandes Projetos de Impacto". Esses fatores acarretaram em grande afluxo de pessoas oriundas do interior do Espírito Santo, assim como de estados visinhos (Bahia, Minas Gerais, Rio de Janeiro) e

[1] Estudante de Geografia da Universidade Federal do Espírito Santo, fabiolmc@terra.com.br
[2] Estudante de Geografia da Universidade Federal do Espírito Santo e pesquisador do Laboratório de Geografia Humana Professor "Jara de Almeida", idelvonpoubel@yahoo.com.br

outros mais distantes, para a Grande Vitória, resultando no “inchaço” populacional dessa região.

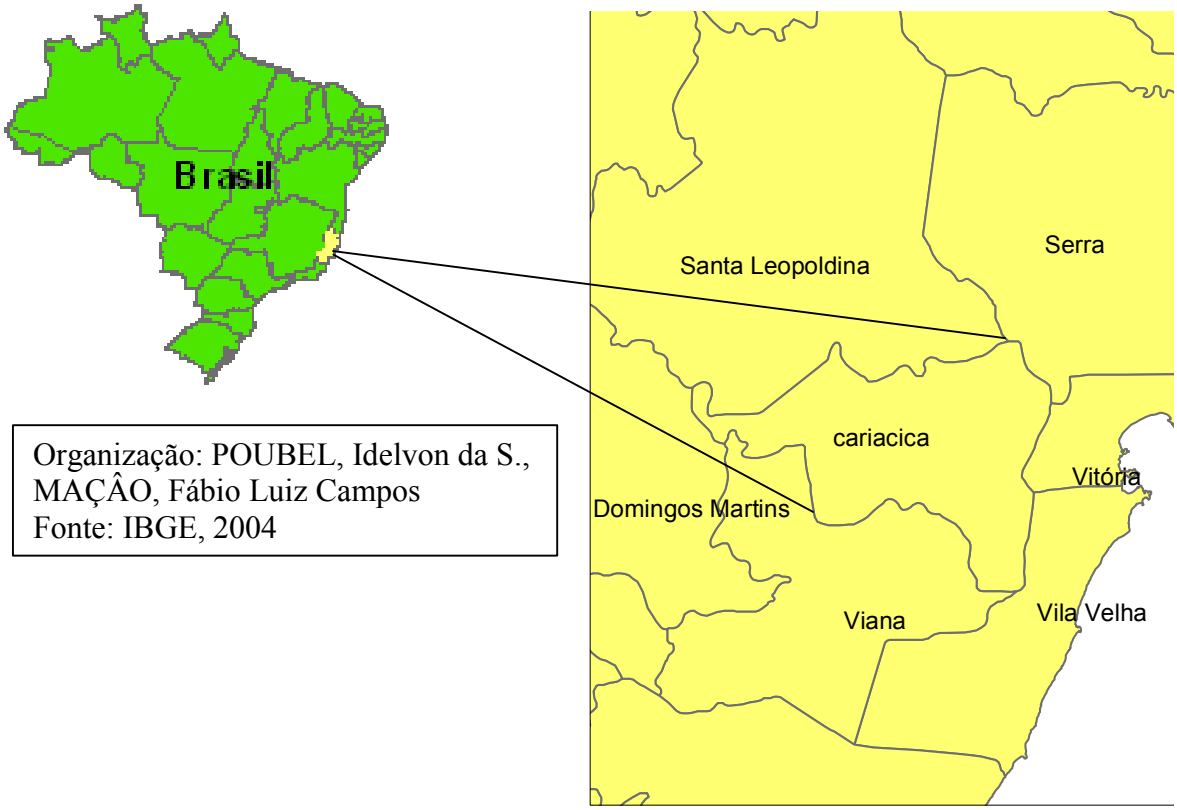


Figura 1. Localização do Município na Grande Vitória.

As famílias mais carentes, então, passaram a ocupar áreas com poucas amenidades, de baixo valor imobiliário e, na maioria dos casos, a ocupar locais irregularmente, como encostas de vertentes, áreas de manguezais e áreas suceptíveis a alagamentos. Dessa forma, insere-se e contextualiza-se a ocupação do bairro Itacibá, no município de Cariacica nas adjacências onde hoje se localiza o Terminal Urbano Rodoviário de Itacibá em Cariacica, Espírito Santo.

A região, em sua fisiografia, era composta por uma área de alagados à montante da rodovia Governador José Setti, em meio às formas de relevo “mamelonadas”, com vertentes, que em sua formação pedológica são compostas de latossolos vermelho-amarelados, cobertas de mata atlântica. Com o passar dos anos essas vertentes foram desvegetadas e passaram a receber freqüêntes cortes para dar espaço a construção de moradias e empreendimentos imobiliários, causando grandes alterações e impactos nos processos das dinâmicas de infiltração e carreamento de material. Os canais flúvio-pluviais naturais foram estrangulados e até mesmo obstruídos, a área de alagados, naturalmente com vegetação endêmica, deu lugar ao terminal e às ocupação habitacionais e comeciais, assim como as vertentes do entorno da região. A gênese dos freqüêntes alagamentos está relacionada à forma como o solo foi e vem sendo ocupado nos últimos anos.

O caso em estudo nos apresenta duas problemáticas distintas na ocupação da região:

→ 1° - Falta de estudos adequados à implantação da rodovia José Sette e posteriormente do Terminal Rodoviário de Itacibá, assim como a ingerência do poder público no uso e ocupação do solo da região,

→ 2° - A não existência de um Plano Diretor Urbano – PDU com estratégias de desenvolvimento que abrangessem tanto o social quanto econômico.

## MÉTODOS e TÉCNICAS

A metodologia planejada para a previsão de alagamentos em áreas urbanas, depende de uma imagem de satélite com escala de detalhe (preferencialmente Quickbird), e um modelo numérico do terreno com curvas de nível que satisfaçam a os detalhes do escoamento (no trabalho foram usadas curvas de nível com intervalos de cinco metros), é obvio que quanto menor o intervalo entre as curvas de nível mais confiável será resultado do trabalho. O primeiro passo é classificar as várias bandas de imagem de satélite, essa classificação será importante num primeiro momento para identificar o tipo de ocupação do solo, entretanto o objetivo principal é atribuir um coeficiente de duflúvio em cada tipo de uso do solo e consequentemente a cada local da área de estudo assim poderemos obter um volume de água escoada mais próximo da realidade e gerar um mapa do coeficiente de deflúvio. O segundo passo é calcular o tempo de concentração (similar ao tempo de concentração de uma bacia hidrográfica) considerando o local onde existe o problema de alagamentos como o talvegue do rio e a declividade total da bacia com a declividade do talvegue, de acordo com a área e a forma da bacia é conviniente escolher o método que melhor adapte-se e que tenha menor probabilidade de erros. O tempo de concentração servirá como referência para a duração da chuva que poderá causar o alagamento.

A partir do MNT (ou das curvas de nível) podemos delimitar – através dos divisores de água – a área de contribuição da área alagavel (área da bacia), e a partir de coleta de dados em campo, delimitaremos a área alagável que estudaremos, é importante resaltar que esta área alagavel irá mudar com a lâmina d'água sobre o solo, então teremos que ajustar uma fórmula que adapte o volume d'água na área de baixada à área afetada pelo alagamento e para lâmina d'água na parte mais baixa desta área. As figuras abaixo ajudam a ilustrar as intensões do projeto.

Figura 1. Área alagavel e parte da bacia de drenagem.

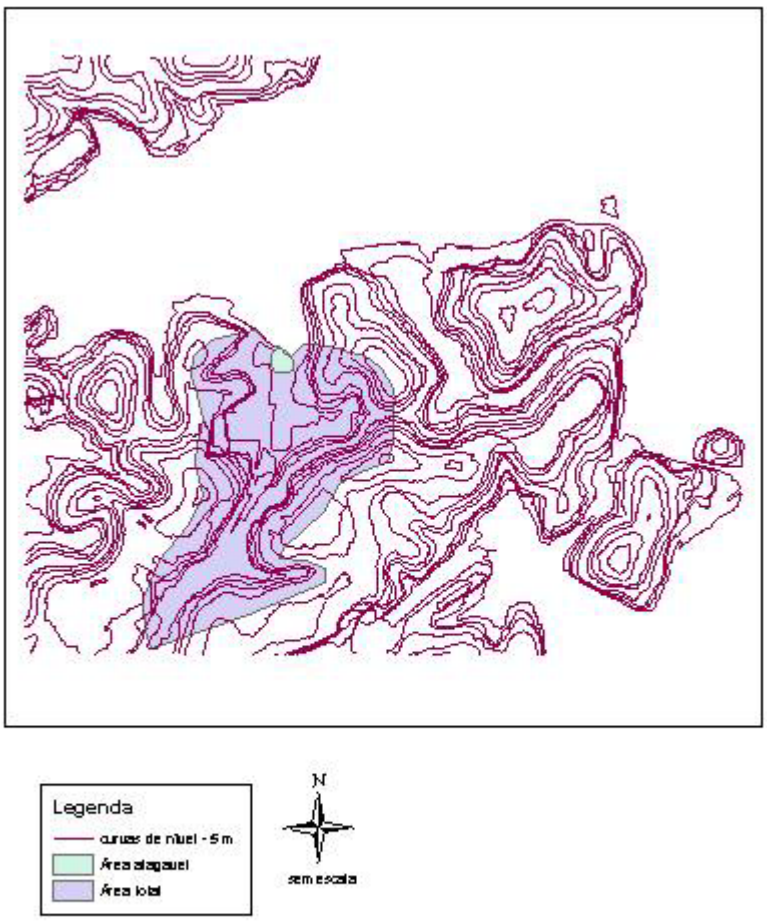


Figura 2. Planta da área mostrando curvas de nível (5 m) e a área da bacia (At) e área alagavel (Aa)

É possível, com esses dados e estimando um nível de precipitação qualquer calcular o volume d'água do escoamento superficial, a fórmula a seguir mostra simplificadamente o cálculo: " V= P x At x Cd x Fc " , onde V é o volume d'água que escoará até a área alagável, P é a precipitação em mm, At é a área total da bacia delimitada, Cd é o coeficiente de deflúvio ponderado através do mapa de uso solo, e, Fc é um fator de correção que será influenciado pelas caracteísticas de drenagem da bacia, como por exemplo sumidouros ou acumuladores de água que possam existir, este valor será atribuido na calibragem do modelo.

Na prática existe uma variável que deve ser considerada, e não consta da fórmula, que é o tempo, entretanto esta fórmula serve apenas para demonstrar a metodologia básica que foi utilizadapara obtenção do volume d'água em escoamento. Teoricamente, esse volume d'água que escoará ira concentrar-se na parte mais baixa da bacia, que estará sujeita ao alagamento, de maneira que a fórmula mais simples para encontrar a lâmina d'água na área alagável seria Laa = V / Aa, onde Laa seria a lâmina d'água na área alagavel, V o volume d'água que escoará até a área alagável e Aa a a própria área alagável (em m²). Entretanto mais uma vez a variável tempo faz-se necessária pois deve existir uma vazão de saída na área alagavel (Q) e só ocorrerá alagamento se V > Q x t, sendo t um tempo qualquer e considerando intervalos de tempo t maiores que o tempo de concentração. Essa é apenas uma abordagem ilustrativa, uma vez que a fórmula real que calculará o alagamento utilizará integrais do gráfico de precipitação (mesmo que seja constante), do coeficiente de infiltração

(ou de deflúvio) e da vazão da área alagável, afim de obter o volume total de água escoada e precipitada. Assim para calcularmos o nível d'água que irá ficar retida na área alagavel Aa após um tempo t, usaremos a seguinte fórmula:

Laa = [(i x At x Cd - Q) x t] : Aa, onde i é a intensidade da chuva.

Esta é a descrição da metodologia de maneira simplificada, entretanto o desafio é criar um modelo a partir dos dados obtidos, e para isso é interessante utilizar alguns recursos dos SIG's que existem no mercado como por exemplo comandos que calculam a direção do escoamento (flow direction) e a área de contribuição (acumulation area).

Assim, poderemos confeccionar previsões da lâmina d'água na área alagável, o volume ou mesmo, a área atingida caso seja o objetivo. A tabela 1, exemplifica como é esperado o resultado.

Tabela 1. Lâmina d'água na área alagável.

| Duração da precipitação | Intensidade A | Intensidade B | Intensidade C |
|---|---|---|---|
| 5 min | Valor 1 | Valor 7 | Valor 13 |
| 10 min | Valor 2 | Valor 8 | Valor 14 |
| 20 min | Valor 3 | Valor 9 | Valor 15 |
| 30 min | Valor 4 | Valor 10 | Valor 16 |
| 45 min | Valor 5 | Valor 11 | Valor 17 |
| 60 min | Valor 6 | Valor 12 | Valor 18 |

## RESULTADOS

Os resultados esperados a partir do modelo proposto são primeiramente, munir os órgãos públicos responsáveis pela solução deste tipo de problema de um instrumento mais confiável de previsão de alagamentos e dimencionamentos de sistemas de drenagem urbana, além disso será, possível após o modelo calibrado, prever a alteração que determinada construção ou determinado uso do solo na área irá causar nos alagamentos.

## REFERÊNCIAS

CAMPOS Júnior, Carlos Teixeira de. **O Novo Arrabalde**. Vitória: PMV/Secretaria Municipal de Cultura e Turismo, 1996. 250p.

VILELA, Swami Marcondes, MATTOS, Arthur. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil, 1975.

AB'SÁBER, Aziz Nacib. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisgísticas.** São Paulo. Ateliê Editorial, 2003.

PINTO, Nelson L. de Souza (Org). **Hidrologia Básica.** Rio de Janeiro, Editora Edgard Blücher, 1976.